

고속응답용 STN flexible display 기술 연구

배유한, 김상훈, 강형구, 이취원, 황정연, 서대식
연세대학교

Study on the technique of fast response STN flexible display

Yu-Han Bae, Sang-Hoon Kim, Hyung-Ku kang, Whee-Won Lee, Jeoung-Yeon Hwang, Dae-Shik Seo
Yonsei Univ.

Abstract : Comparing with conventional STN-LCD, a good electro-optical characteristics were observed on the STN-LCDs of low cell gap using liquid crystals that have large refractive indices. Especially, A stable voltage-transmittance(V-T) curve of the plastic STN-LCD was measured and fast response time characteristics were obtained. We suggested that fast response STN-LCD is promising technique in the flexible display of small size because it has lots of advantages such as low cost, simple manufacture process comparing with other modes.

Key Words : plastic substrate , pretilt angle, refractive indices, STN mode, nematic liquid crystal

1. 서 론

최근 들어 휴대용 액정 표시소자의 수요가 늘고 소비자의 욕구가 고급화됨에 따라 얇고 가벼우며 소비전력이 적게 드는 액정 표시소자에 대한 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그래서 최근에 유리 기판 대신에 고분자 기판(polymer substrate)을 이용하는 plastic STN 디스플레이에 관한 연구가 많이 진행되고 있다 [1,2]. Plastic STN을 채용한 액정표시소자는 고분자 기판을 사용함으로써 유리 기판에 비해 부피와 무게가 줄면서 휴대용 디스플레이, 유연성(flexibility)이 커지면서 곡면 위의 디스플레이(flexible display)로의 구현이 가능해 차세대 휴대용 액정표시소자로서 기대되고 있다 [3]. 그러나 Flexible STN은 응답속도가 100~200ms이므로 고속응답을 위한 응용에 한계를 가지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 plastic 기판에 고굴절 액정과 저셀갭을 이용하여 고속응답이 가능한 STN의 전기광학 특성에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에서 고분자 기판은 polycarbonate (PC)를 사용하였다. 또한 배향막은 일본 Nissan Chemical Industries의 수평 폴리이미드를 사용하였다. 그리고 수평 폴리이미드는 ITO (indium-tin-oxide) 기판 위에 스프인코팅법을 이용하여 코팅하였다. 고분자 기판은 120℃에서 1시간 동안 오븐에서 소성하여 폴리이미드막을 제작하였다. 폴리이미드 표면은 러빙법을 이용하여 러빙처리 하였

다. 러빙강도 (Rubbing Strength :RS)는 아래와 같이 정의한다.

$$RS = NM \left(\frac{2\pi n}{v} - 1 \right)$$

(N=러빙회수, M=성유 기판과의 접촉거리, n=러빙롤러 회전수, v=기판 이동속도)

본 연구에서는 러빙강도를 74mm로 제어하여 사용하였다. Flexible STN 액정소자를 고속으로 응답시키기 위해서 셀갭을 낮추어 주었다. 그러나 STN 액정구동 모드에서는 $\Delta n \cdot d$ 가 800nm 정도의 값을 가져야 최적의 광학적인 효과를 얻을 수 있고, 낮은 셀갭이 폴리이미드 표면에서의 고굴절 액정동작에도 영향을 미치기 때문에 그 값이 제한적이다. 따라서 고속응답이 가능하도록 셀갭을 낮추면서 기존의 STN과 동일한 $\Delta n \cdot d$ 값을 유지시킬 수 있는 굴절률차가 큰 액정을 사용하였다. 이에 본 실험에서는 전기광학 특성 측정용을 위한 plastic STN을 제작하기 위해, 셀 두께를 3.0~5.0 μ m로 조절하였으며, 사용한 네마틱 액정과 설계조건은 표3.1 표시하였다. 제작한 plastic 셀의 전압-투과율 및 응답 특성은 실온에서 측정하였다.

표 1. 사용한 네마틱 액정과 설계조건.

액정의 종류	STN-1	STN-2	STN-3
Cell gap	5.0 μ m	3.7 μ m	3.0 μ m
Δn [20℃, 589.3nm]	+0.1627	+0.2161	+0.2666
Δnd	813nm	799nm	799nm

3. 결과 및 검토

그림 1은 플라스틱 기판을 이용한 경우 폴리이미드 표면에서의 러빙처리된 STN-LCD의 셀 갭별 전압-투과율 곡선을 나타낸다. 그러나 플라스틱 기판을 이용한 STN-LCD는 셀 갭이 낮은 경우 V-T 곡선이 완만하게 나타났다. 이것은 플라스틱 STN-LCD에서 균일한 셀 갭을 유지하기 위하여 사용한 스페이서의 양이 상대적으로 낮은 셀 갭에서는 많이 사용됨에 의해서 전압 인가시 액정의 변형에 방해를 주어서 생기는 현상으로 생각할 수 있

다. 이 문제는 차후 해결해야 할 문제라고 생각되어진다.

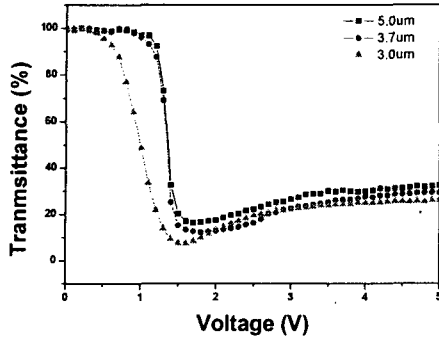


그림 1. 러빙처리된 plastic STN-LCD의 V-T 곡선.

그림 2에 플라스틱 기판을 이용한 경우 폴리이미드 표면에서의 러빙처리된 STN-LCD의 셀 갭별 응답특성을 나타내었다. 플라스틱 기판을 이용한 STN 모두 셀갭이 낮을수록 안정적인 응답특성을 나타내었다. 또한 plastic STN-LCD는 셀갭이 낮을수록 빠른 응답속도를 나타내었으며, 특히 셀갭이 3 μ m일 경우 40ms의 빠른 응답속도를 나타내었다.

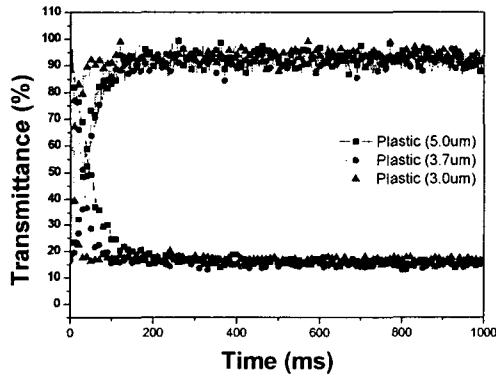


그림 2. 러빙처리된 plastic STN-LCD의 응답특성.

일반적으로 프리틸트 각이 증가하면 τ_r 은 빨라지고 τ_d 은 늦어진다. 이로 인해 플라스틱 기판을 이용한 경우 액정의 프리틸트각이 유리기판보다 높기 때문에 측정결과 τ_r 은 빨라지고, τ_d 은 늦어졌다. 그러나 응답속도에서 τ_d 비중이 큰 만큼 동일한 유리보다는 낮은 응답속도를 가졌다.

4. 결론

기존의 고온공정에서 제작된 STN-LCD와 비교하여 저온공정에서의 플라스틱기판을 이용한 STN-LCD는 모두 양호한 배향특성과 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 그리고 굴절률이방성이 큰 액정을 이용한 셀갭이 낮은 STN-LCD에서도 양호한 전기광학 특성을 나타내었다. 특

히 셀갭이 3.0 μ m인 플라스틱 기판에서의 STN-LCD는 약 40ms정도의 빠른 응답속도를 나타내었다. 이러한 고속응답 STN-LCD는 다른 모드에 비해 가격이나 제조 면에서 장점을 가지고 있는 만큼 단말기기의 소형·경량화 추세에 따라 소형의 flexible display에서 충분한 경쟁력을 확보할 수 있을 것이고 응용 및 연구 분야의 범위도 넓어질 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실 사업 (M1-0203-00-0008)의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] S. K. Park, J. I. Han, W.K. Kim, M.G. Kwak, S. J. Hong and C. J. Lee, "Novel reflective color STN plastic film LCD with high brightness and parallax free image", SID' 01 Digest, p. 658, 2001.
- [2] T. Hanada, I. Shiroishi, N. Saito, and T. Yatabe, "Flexible plastic substrate for flat panel displays", IDW '02, p. 401, 2002
- [3] D. R. Cairns, R. P. Witte II, D. K. Sparacin, S. M. Sachsman, D. C. Paine, G. P.Crawford, and R. R. Newton, "Strain-dependent electrical resistance of tin-doped indium oxide on polymer substrate", Appl. Phys. Lett, Vol. 76, No. 11, p. 1425, 2000.